

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
14. Oktober 2004 (14.10.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/088289 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G01N 21/31,  
G05B 15/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/003473

(22) Internationales Anmeldedatum:  
1. April 2004 (01.04.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 14 793.4 1. April 2003 (01.04.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];  
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LUDWIG, Michael  
[DE/DE]; Rhode-Island-Allee 27, 76149 Karlsruhe (DE).

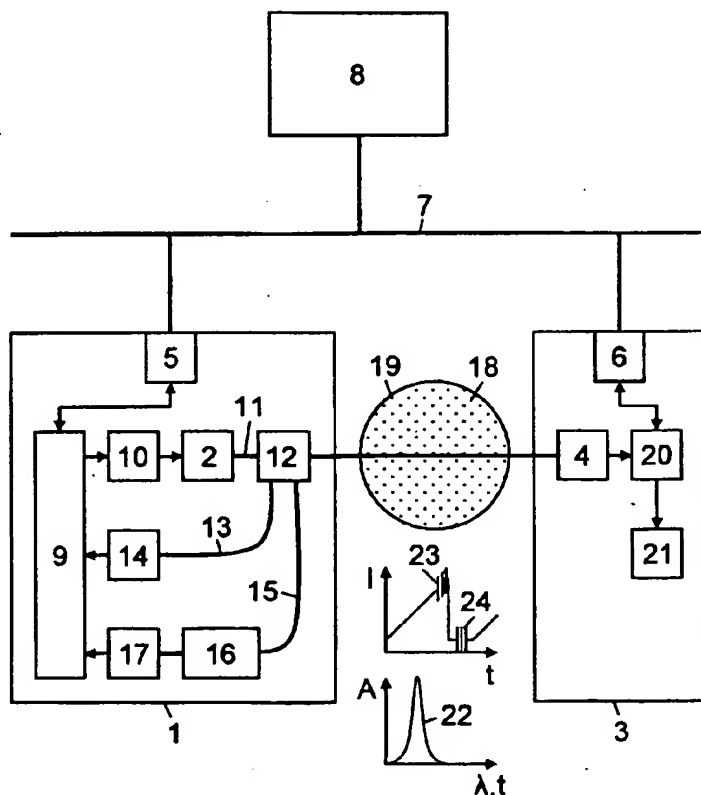
(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München  
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PROCESS ABSORPTION SPECTROMETER

(54) Bezeichnung: PROZESS-ABSORPTIONSSPEKTROMETER



(57) Abstract: The aim of the invention is to reduce the apparatus-related complexity and the mounting effort in a process absorption spectrometer taking in situ measurements. Said aim is achieved by providing the process absorption spectrometer with a unit (1) comprising a source of radiation (2) and at least one additional unit (3) encompassing a detector (4), both units (1, 3) being embodied as pieces of field equipment and being connected to a field bus (7).

(57) Zusammenfassung: Um den geräte- und montage-technischen Aufwand bei einem insitu messenden Prozess-Absorptionsspektrometer zu verringern, weist dieses eine Strahlungsquelle (2) enthaltende Einheit (1) und mindestens einen Detektor (4) enthaltende weitere Einheit (3) auf, wobei beide Einheiten (1, 3) als Feldgeräte ausgebildet und an einem Feldbus (7) angeschlossen sind.

WO 2004/088289 A1



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

JC05 Rec'd PCT/PTO 30 SEP 2005

1

## Beschreibung

## Prozess-Absorptionsspektrometer

- 5 Das Prinzip der Absorptionsspektroskopie beruht auf der selektiven Absorption von Strahlung einer bestimmten Wellenlänge durch bestimmte Gase (Gasmoleküle), insbesondere im nahen Infrarotbereich (NIR). Die Strahlungsabsorption führt zur Entstehung eines für das jeweilige Gas charakteristischen
- 10 Spektrums. Wenn es gelingt, ein Spektrometer selektiv auf das Spektrum einzustellen, das einen bestimmten Gas zuzuordnen ist, so ist das erhaltene Messsignal von der Anzahl der Moleküle, die sich in einem Messvolumen (Messzelle) zwischen einer Strahlungsquelle und einem Detektor des Spektrometers
- 15 befinden, proportional. Für die industrielle Gasanalyse bekannte Verfahren sind beispielsweise die nicht-dispersive Infrarot (NDIR)-Spektroskopie, die Fouriertransform-Infrarot (FTIR)-Spektroskopie und die Diodenlaser-Spektroskopie.
- 20 Bei der so genannten In-line-Messung oder In-situ-Messung ist die Messzelle des Spektrometers entweder direkt in dem Messgasstrom eingebaut oder die das Messgas führende Leitung, z. B. ein Rohr oder ein Kamin, dient selbst als Messzelle. Die Strahlungsquelle und der Detektor, oder bei mehrkanaliger
- 25 Messung mehrere Detektoren, sind daher an unterschiedlichen Stellen der Prozessanlage angeordnet, wozu das Spektrometer in zwei oder mehr Teilgeräte unterteilt ist. Diese Teilgeräte sind über spezielle Koppelleitungen miteinander verbunden, damit sie als Gesamtgerät funktionieren können. Die Koppel-
- 30 leitungen und die über sie laufenden Signale sind dabei technologie- bzw. gerätespezifisch ausgelegt (z. B. Hybridkabel mit elektrischen Leitungen und Glasfaserleitungen). Das Vorsehen und Verlegen solcher Spezialleitungen ist mit einem entsprechenden Aufwand verbunden.

35

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, den geräte- und montagetechnischen Aufwand bei In-situ-Absorptionsspektrometern zu verringern.

- 5 Gemäß der Erfindung wird die Aufgabe gelöst durch ein Prozess-Absorptionsspektrometer mit einer eine Strahlungsquelle enthaltenden Einheit und mindestens einer einen Detektor enthaltenden weiteren Einheit, wobei beide Einheiten als Feldgeräte ausgebildet und an einem Feldbus angeschlossen sind.
- 10 Da die Einheiten des erfindungsgemäßen Spektrometers als Feldgeräte ausgebildet sind, können sie wie jedes andere Feldgerät ohne jeden Zusatzaufwand in einer Prozessanlage bzw. einem Prozessautomatisierungssystem installiert, parametrisiert und betrieben werden. Insbesondere die Verkabelung
- 15 erfolgt standardmäßig wie bei anderen Feldgeräten.

- Entsprechend einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Spektrometers enthält die den Detektor enthaltende weitere Einheit Mittel zur Erzeugung eines Messergebnisses aus Messsignalen des Detektors und weiteren Signalen,
- 20 nisses aus Messsignalen des Detektors und weiteren Signalen, die von der die Strahlungsquelle enthaltenden Einheit an die den Detektor enthaltende weitere Einheit übertragen werden. Bei den weiteren Signalen kann es sich beispielsweise um Referenzsignale handeln, die in der die Strahlungsquelle ent-
- 25 haltenden Einheit durch Referenzmessung an einem Referenzgas gewonnen werden und für die Erzeugung des Messergebnisses notwendig sind.

- Diese Referenzsignale können in vorteilhafter Weise von der
- 30 die Strahlungsquelle enthaltenden Einheit über den Feldbus an die den Detektor enthaltende weitere Einheit übertragen werden. Dies kann beispielsweise durch eine so genannte Slave-Slave-Kommunikation erfolgen. Hierbei handelt es sich um eine Funktion bei dem Feldbus "Profibus", die auch als Datenverkehr bezeichnet wird. Die Kommunikation zwischen den als
- 35 Feldgeräte ausgebildeten Einheiten und der Prozesssteuerung erfolgt nach dem Master-Slave-Prinzip; d. h. es gibt in der

Prozesssteuerung jeweils ein ausgezeichnetes Gerät, den Master, welcher den Feldbus betreibt, die ihn zugeordneten Slaves (Feldgeräte) parametriert und im zyklischen Betrieb den Datenaustausch durchführt. Bei dem Datenquerverkehr werden bestimmte Daten, hier die weiteren Signale, nicht über den Umweg über den Master, sondern unmittelbar zwischen den Slaves ausgetauscht, was zu einer Entlastung des Masters und einer Verkürzung der Zeit für die Datenübertragung führt. Der Buszyklus verlängert sich nicht wesentlich; eine Mischung von Master-Slave- und Querverkehrsbeziehungen ist beliebig möglich.

Alternativ oder ergänzend zu der Übertragung über den Feldbus kann in vorteilhafter Weise die Strahlungsquelle mit den weiteren Signalen moduliert werden, wobei die weiteren Signale in der weiteren Einheit durch Demodulation von den Messsignalen des Detektors getrennt werden. Die Modulation erfolgt dabei in einer solchen Weise, dass dadurch die selektive Absorption der Strahlung in dem Messgas nicht beeinträchtigt wird. So kann beispielsweise im Falle eines Diodenlaser-Spektrometers, bei dem eine Spektrallinie des Messgases zyklisch wellenlängenabhängig abgetastet wird, die Modulation mit den weiteren Signalen in einem außerhalb der Spektrallinie liegenden Bereich der Abtastung oder in den Lücken zwischen aufeinanderfolgenden Abtastzyklen erfolgen.

Bei einer weiteren Ausführung des erfindungsgemäßen Spektrometers können die Mittel zur Erzeugung des Messergebnisses aus den Messsignalen des Detektors in der die Strahlungsquelle enthaltenden Einheit angeordnet sein, wobei dann die Messsignale von der den Detektor enthaltenden weiteren Einheit über den Feldbus an die die Strahlungsquelle enthaltende Einheit übertragen werden.

Im Weiteren wird das erfindungsgemäße Spektrometer anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert.

Das hier als sehr vereinfachtes Blockschaltbild dargestellte Prozess-Absorptionsspektrometer besteht aus einer Einheit 1, die als Strahlungsquelle 2 einen durchstimmbaren Diodenlaser aufweist, und einer Einheit 3, die einen photoelektrischen Detektor 4 enthält. Beide Einheiten 1 und 3 sind jeweils als Feldgeräte ausgebildet und über Kommunikationseinrichtungen 5 bzw. 6 an einem Feldbus 7 in einem Prozessautomatisierungssystem angeschlossen, von dem hier nur ein Mastergerät 8 dargestellt ist.

10

Die Einheit 1 des Spektrometers enthält weiterhin eine Steuereinrichtung 9, die eine Modulationseinrichtung 10 zur wellenlängenabhängigen Modulation der Strahlungsquelle 2 betreibt. Der von der Strahlungsquelle 2 ausgesandte Lichtstrahl 11 wird mittels eines Strahlteilers 12 teilweise über eine Glasfaser 13 auf einen Monitordetektor 14, über eine weitere Glasfaser 15 durch eine mit einem Referenzgas gefüllte Referenzgaszelle 16 auf einen Referenzdetektor 17 und aus der Einheit 1 heraus durch ein Messgas 18, beispielsweise in einem Rohr oder Kamin 19, hindurch zu dem Detektor 4 in der weiteren Einheit 3 geführt. Die von dem Detektor 4 erzeugten Messsignale werden in einer nachgeordneten Auswerteeinrichtung 20 zusammen mit weiteren Signalen zu einem Messergebnis ausgewertet, das zum einen auf einer Anzeige 21 der Einheit 3 visualisiert und zum anderen über die Kommunikationseinrichtung 6 in das Prozessautomatisierungssystem übertragen wird. Bei den erwähnten weiteren Signalen, die zur Erzeugung des Messergebnisses erforderlich sind, handelt es sich um die Referenzsignale des Referenzdetektors 17, die Monitorsignale des Monitordetektors 14 und um Informationen, die die Modulation der Strahlungsquelle 2 betreffen. Diese weiteren Signale werden in der Einheit 1 erzeugt und über die Steuereinrichtung 9 und die Kommunikationseinrichtung 5 auf den Feldbus 7 übertragen, um von der Kommunikationseinrichtung 6 der weiteren Einheit 3 empfangen und an die Auswerteeinrichtung 20 weitergeleitet zu werden. Die Kommunikation zwischen den beiden Einheiten 1 und 3 erfolgt dabei unmittelbar, d. h.

35

5

unter Umgehung des Masters 8, nach einem auch als Datenquer-  
verkehr bezeichneten Slave-Slave-Übertragungsverfahren.

5 Ergänzend oder alternativ können die weiteren Signale auch  
über den Lichtstrahl 11 unmittelbar zwischen den beiden Ein-  
heiten 1 und 3 übertragen werden. Wie der Darstellung zu ent-  
nehmen ist, wird die Strahlungsquelle 2 durch die Modulati-  
onseinrichtung 10 mittels eines rampenförmig ansteigenden  
10 Stromes I zyklisch angesteuert um eine Spektrallinie 22 des  
Messgases 18 wellenlängenabhängig abzutasten. Die von der  
Einheit 1 an die Einheit 3 zu übertragenden weiteren Signale  
können dann in einem außerhalb der Spektrallinie 22 liegenden  
Bereich 23 der Abtastung oder in Abtastlücken 24 zwischen  
aufeinanderfolgenden Abtastungen aufmoduliert werden.

15

Alternativ zu dem dargestellten Ausführungsbeispiel können  
die Auswerteeinrichtung 20 und die Anzeigevorrichtung 21 in  
der die Strahlungsquelle 2 enthaltende Einheit 1 angeordnet  
sein, wobei dann die Messsignale des Detektors 4 von der wei-  
20 teren Einheit 3 über den Feldbus 7 an die die Strahlungsquel-  
le 2 enthaltende Einheit 1 übertragen werden.

Die Stromversorgung der Einheiten 1 und 3 kann separat oder  
ebenfalls über den Feldbus 7 erfolgen.

25

## Patentansprüche

1. Prozess-Absorptionsspektrometer mit einer eine Strahlungs-  
quelle (2) enthaltenden Einheit (1) und mindestens einer ei-  
5 nen Detektor (4) enthaltenden weiteren Einheit (3), wobei  
beide Einheiten (1, 3) als Feldgeräte ausgebildet und an ei-  
nem Feldbus (7) angeschlossen sind.
2. Prozess-Absorptionsspektrometer nach Anspruch 1, d a -  
10 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die den De-  
tektor (4) enthaltende weitere Einheit (3) Mittel (20) zur  
Erzeugung eines Messergebnisses aus Messsignalen des Detek-  
tors (4) und weiteren Signalen enthält, die von der die  
Strahlungsquelle (2) enthaltenden Einheit (1) an die den De-  
15 tektor (4) enthaltende weitere Einheit (3) übertragen werden.
3. Prozess-Absorptionsspektrometer nach Anspruch 2, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die weiteren  
Signale zumindest teilweise über den Feldbus (7) übertragen  
20 werden.
4. Prozess-Absorptionsspektrometer nach Anspruch 3, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die beiden Ein-  
heiten (1, 3) über den Feldbus (7) nach einem Slave-Slave-  
25 Übertragungsverfahren miteinander kommunizieren.
5. Prozess-Absorptionsspektrometer nach einem der vorange-  
henden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Strahlungsquelle (2) mit zumindest einem Teil der  
30 weiteren Signale moduliert wird und dass in der weiteren Ein-  
heit (3) die weiteren Signale von den Messsignalen des Detek-  
tors (4) durch Demodulation getrennt werden.
6. Prozess-Absorptionsspektrometer nach Anspruch 1, d a -  
35 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die die Strah-  
lungsquelle (2) enthaltende Einheit (1) Mittel zur Erzeugung  
eines Messergebnisses aus Messsignalen des Detektors (4) ent-



7

hält und dass die Messsignale von der weiteren Einheit (3) über den Feldbus (7) an die Strahlungsquelle (2) enthaltende Einheit (1) übertragen werden.

1/1

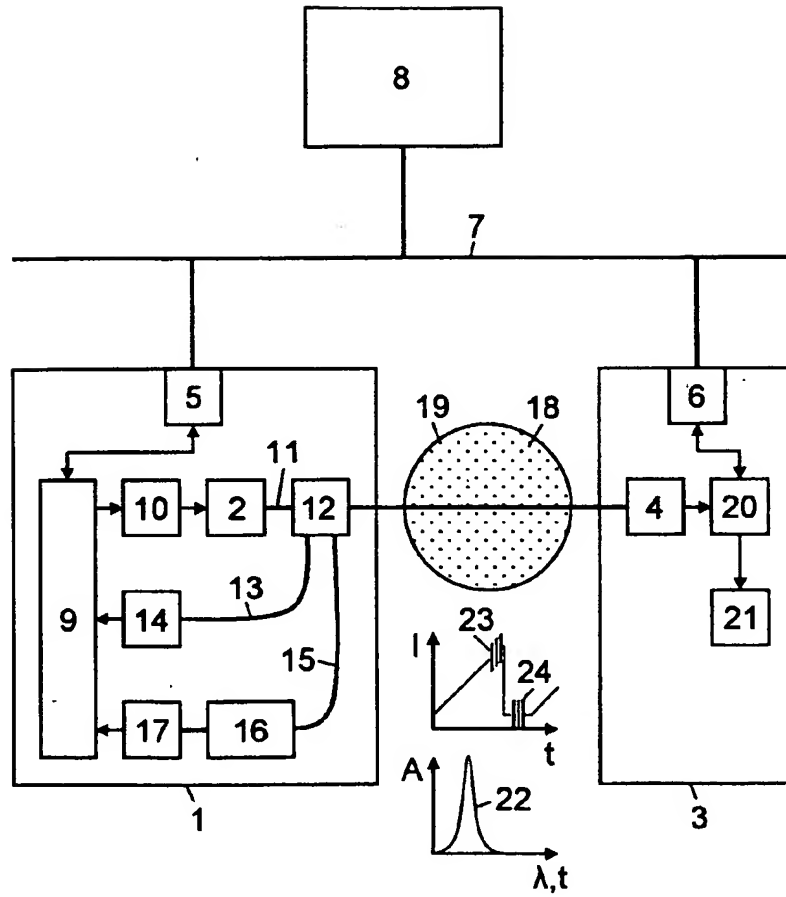


FIG. 1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Int. Application No  
 PCT/EP2004/003473

 A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 G01N21/31 G05B15/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01N G05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| P, Y       | DE 101 58 745 A (SIEMENS AG)<br>26 June 2003 (2003-06-26)<br>* Anspruch 1 *   | 1-4                   |
| Y          | EP 0 290 274 A (HAMAMATSU PHOTONICS KK)<br>9 November 1988 (1988-11-09)<br>* Zusammenfassung; Abbildung 4 *   | 1-4                   |
| Y          | WO 02/095506 A (KASZKIN ANDREAS ; SIEMENS AG (DE); STIEHL WOLFGANG (DE))<br>28 November 2002 (2002-11-28)<br>* Seite 5, Zeile 32 - Seite 6, Zeile 16; Abbildung 1 * | 1                     |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 July 2004

Date of mailing of the international search report

20/07/2004

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hoogen, R

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In national Application No  
PCT/EP2004/003473

| C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |   |                       |
|--|---|-----------------------|
| Category *   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
| Y  | <p>TIAN G Y ET AL: "A Fieldbus-based intelligent sensor"<br/>MECHATRONICS,<br/>vol. 10, 2000, pages 835-849, XP004201716<br/>* Abschnitt 2 *</p> <p>-----</p> | 1                     |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/003473

| Patent document<br>cited in search report |   | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| DE 10158745                               | A | 26-06-2003          | DE 10158745 A1             | 26-06-2003          |
|   |   |                     | WO 03049366 A2             | 12-06-2003          |
| EP 0290274                                | A | 09-11-1988          | JP 63275327 A              | 14-11-1988          |
|   |   |                     | JP 63277040 A              | 15-11-1988          |
|   |   |                     | DE 3882273 D1              | 19-08-1993          |
|   |   |                     | DE 3882273 T2              | 21-10-1993          |
|   |   |                     | EP 0290274 A1              | 09-11-1988          |
|   |   |                     | US 4907876 A               | 13-03-1990          |
| WO 02095506                               | A | 28-11-2002          | DE 10124800 A1             | 12-12-2002          |
|   |   |                     | WO 02095506 A2             | 28-11-2002          |
|   |   |                     | EP 1390818 A2              | 25-02-2004          |